# PROJETO SIIGAL: UM SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS PARA O LITORAL PAULISTA

Celia Regina de Gouveia SOUZA [1]


## RESUMO

O Projeto SIIGAL – Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro (Proc. FAPESP no 1998/14277-2, Programa de Políticas Públicas), é um sistema geográfico de informações geoambientais especialista, desenvolvido pelo Instituto Geológico, em parceria com as seguintes instituições: Coordenadoria de Planejamento Estratégico e Educação Ambiental-SMA (responsável pelo Plano Estadual de Gerenciaemnto Costeiro), USP (Instituto de Geociências), a UNESP (Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Rio Claro, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente e Instituto de Engenharia – Guaratinguetá), Instituto de Botânica-SMA, CETESB e Geojá Geoprocessamento Ltda.

O (meio) ambiente é o produto da interação dinâmica entre o sistema ambiental físico (geossistema) e o sistema ambiental social e suas relações espaciais (posição geográfica e expressão territorial ou forma), temporais (dinâmica de processos e seqüências de eventos geradores de fenômenos ambientais) e funcionais (composição e relação hierárquica entre as partes componentes ou entidades e seus atributos).

Neste contexto, o SIIGAL apresenta diversos estudos envolvendo diagnósticos e prognósticos sobre os geossistemas costeiros, baseados no modelo de gerenciamento integrado da zona costeira denominado Pressão-Mudança-Impacto-Resposta. Os diagnósticos e prognósticos foram elaborados em escala de 1:50.000 e integrados num modelo arquitetônico constituído de três níveis hierárquicos: Produtos Básicos (diagnósticos), Produtos Intermediários e Produtos Finais (ambos prognósticos). Essa organização e a inserção, no módulo de Produtos Básicos, de todos os atributos de classificação utilizados na elaboração dos demais produtos, permitiram a automatização destes através de modelagens específicas. Com isso, qualquer atualização é facilmente obtida, a partir de alterações apenas nos Produtos Básicos. Tudo isso faz do SIIGAL um sistema especialista e um importante suporte ao Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro.

Para a integração dos dados geoambientais foi adotado um procedimento analítico, a partir do qual várias informações previamente levantadas sobre os geossistemas costeiros foram conjugadas em células cartográficas básicas denominadas “unidades de gerenciamento de informações geoambientais”. Essas informações compreendem atributos dos meios físico (geologia, geomorfologia, clima, bacias hidrográficas), biótico (vegetação e estados de alteração) e antrópico (uso e ocupação do solo e legislação ambiental de uso e ocupação do solo). Isso torna o SIIGAL um sistema de suporte a decisões, essencial para as políticas públicas.

Os Produtos Básicos, que compreendem produtos cartográficos e seus bancos de dados relacionais, são os mapas de: Caracterização de Bacias Hidrográficas e Praias, Compartimentação Fisiográfica, Unidades Climáticas, Vegetação e Estados de Alteração, Uso e Ocupação do Solo, Legislação Ambiental de Uso e Ocupação do Solo, Processos Erosivos Costeiros, Inventário e Tempos de Retorno de Eventos de Inundação, Enchente e Alagamento, Inventário de Eventos de Movimentos de Massa, Fontes de Poluição Ambiental e Cadastro de Áreas Mineradas.


[1] Instituto Geológico-SMA/SP, Pesquisadora Científica VI Doutora, celia@igeologico.sp.gov.br.

Os Produtos Intermediários envolvem cartas de Risco a Inundação/Enchente/Alagamento, Erosão Costeira, Movimentos de Massa e Poluição Ambiental, e cartas de Potencial de Uso de Recursos Minerais, Recursos Hídricos e Produtos Vegetais para Manejo.

Os Produtos Finais correspondem às cartas de: Aptidão de Uso e Ocupação do Solo, Áreas Degradadas, Áreas de Conflito de Uso e Ocupação do Solo e Qualidade Geoambiental.

As modelagens dos produtos intermediários e finais foram efetuadas levando-se em consideração as características geoambientais de todo o litoral paulista. Entretanto, para a implementação e testes do sistema foi escolhida uma área piloto, que compreende os quatro municípios do setor costeiro Litoral Norte (São Sebastião, Caraguatatuba, Ilhabela e Ubatuba). Os modelos obtidos no SIIGAL podem ser facilmente aplicados em outras zonas costeiras do Brasil ou do mundo.

O SIIGAL foi implantado através dos *softwares*: MapObjects 2.2 (gerenciador), Delphi 7 (linguagem de programação) e SQL-Server 2000 (banco de dados alfanumérico).

## INTRODUÇÃO

A zona costeira paulista integra a rede mundial de Reservas da Biosfera, face à complexidade e riqueza natural que possui, com ecossistemas terrestres e marinhos de relevante representatividade global, a exemplo da Mata Atlântica e ecossistemas associados. De acordo com as constituições federal e estadual, a Mata Atlântica, a Serra do Mar e a Zona Costeira, constituem parte do patrimônio nacional. Por outro lado, esse litoral caracteriza-se como uma região de grande importância sócio-econômica, com grande solicitação para a implantação de empreendimentos imobiliários destinados ao turismo e ao lazer e atividades portuárias, industriais e de serviço e comércio essenciais. O quadro atual de degradação ambiental decorrente da falta de um ordenamento territorial e as diversas situações de risco impostas às populações que ocupam a zona costeira, apontam para a necessidade de um planejamento regional que permita minimizar os conflitos entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos ecossistemas. Neste sentido, o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC; Lei Estadual nº 10.019/98) constitui o principal instrumento de planejamento e gestão ambiental para o litoral.

O Projeto SIIGAL - Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro é um sistema geográfico de informações (SGI) especialista e de suporte à tomada de decisões, desenvolvido para auxiliar o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro nos seus vários instrumentos, como o Sistema de Informações (SIGERCO) e os planos de Monitoramento e Controle e de Ação e Gestão (SOUZA, 2003/2004).

O desenvolvimento do SIIGAL contou com o suporte financeiro da FAPESP (Proc. nº 98/14277-2) e uma parceria de mais de 40 pesquisadores, de várias instituições: Coordenadoria de Planejamento Estratégico e Educação Ambiental (CPLEA)-SMA, USP (Instituto de Geociências), UNESP (Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Rio Claro, Instituto de Engenharia – Guaratinguetá, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente), Instituto de Botânica-SMA, CETESB e Geojá Geoprocessamento Ltda.

A área de abrangência do SIIGAL contempla 18 municípios costeiros de São Paulo: Cananéia, Iguape, Ilha Comprida (Litoral Sul), Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Guarujá, São Vicente, Santos, Cubatão, Bertioga (Baixada Santista), São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba, Ubatuba (Litoral Norte), Registro e Pariqüera-Açu (Vale do Ribeira). Os testes para validação da modelagem do sistema foram realizados para o Litoral Norte (área piloto).

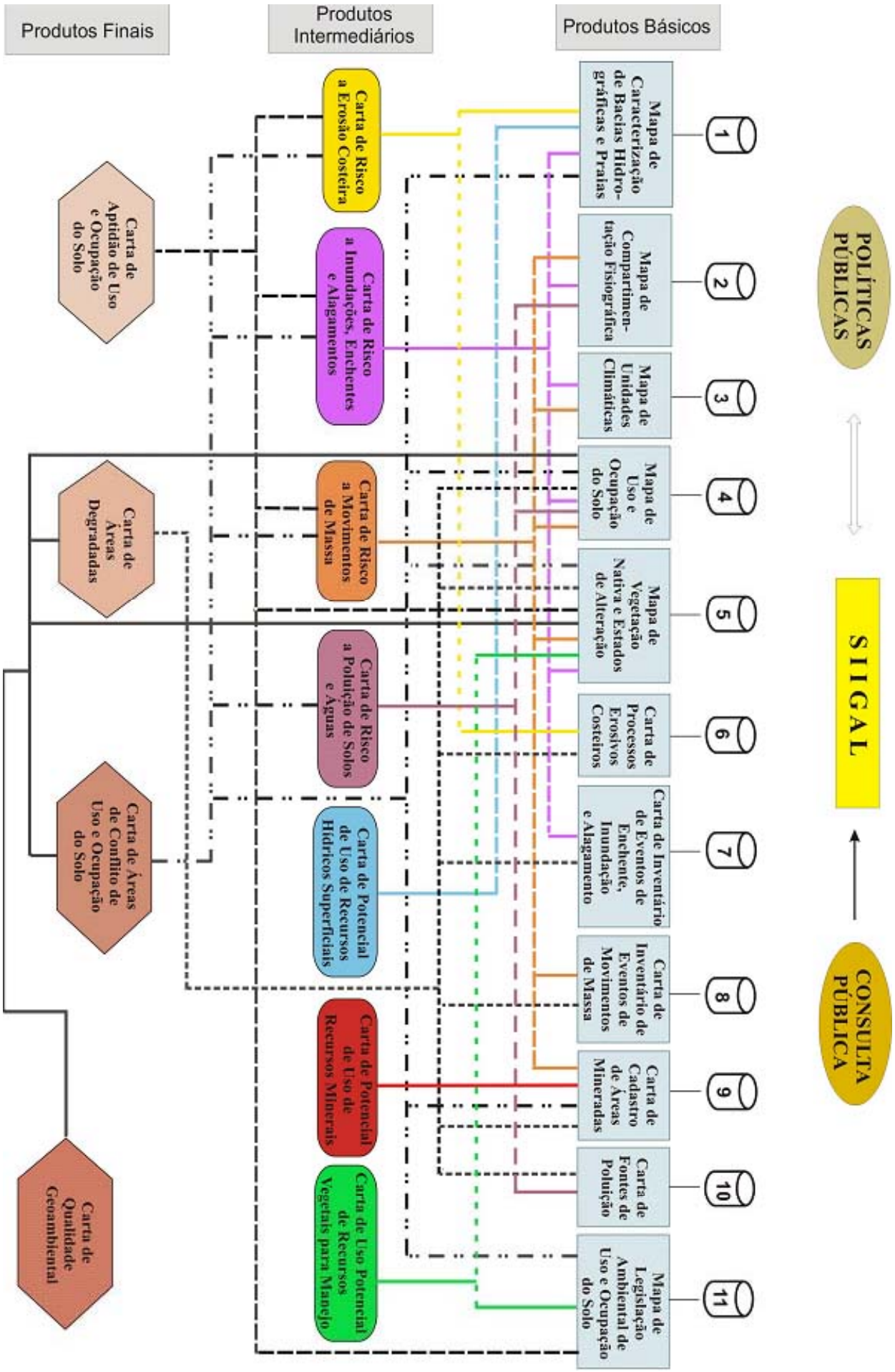
Produtos Finais
Produtos Intermediários
Produtos Básicos
POLÍTICAS PÚBLICAS
SIIGAL
CONSULTA PÚBLICA
Mapa de Caracterização de Bacias Hidrográficas e Praias
Mapa de Compartimentação Fisiográfica
Mapa de Unidades Climáticas
Mapa de Uso e Ocupação do Solo
Mapa de Vegetação Nativa e Estados de Alteração
Carta de Processos Erosivos Costeiros
Carta de Inventário de Eventos de Enchente, Inundação e Alagamento
Carta de Inventário de Eventos de Movimentos de Massa
Carta de Cadastro de Áreas Mineradas
Carta de Fontes de Poluição
Mapa de Legislação Ambiental de Uso e Ocupação do Solo
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Carta de Risco a Erosão Costeira
Carta de Risco a Inundações, Enchentes e Alagamentos
Carta de Risco a Movimentos de Massa
Carta de Risco a Poluição de Solos e Águas
Carta de Potencial de Uso de Recursos Hídricos Superficiais
Carta de Potencial de Uso de Recursos Minerais
Carta de Uso Potencial de Recursos Vegetais para Manejo
Carta de Aptidão de Uso e Ocupação do Solo
Carta de Áreas Degradadas
Carta de Áreas de Conflito de Uso e Ocupação do Solo
Carta de Qualidade Geoambiental

Figura 1. Fluxograma de desenvolvimento do SIIGAL

O SIIGAL suporta e integra milhares de informações sobre os geossistemas (espaço geográfico resultante da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem, sendo um conjunto único e indissociável, em constante evolução – BERTRAND, 1972) da zona costeira paulista, armazenadas em planos de informação cartográfica de escala 1:50.000 e bancos de dados alfanuméricos relacionais.

Essas informações representam diagnósticos e prognósticos e estão organizadas em três níveis hierárquicos no sistema (Figura 1). Os diagnósticos sobre os meios físico, biótico e antrópico compõem o primeiro nível hierárquico, denominado Produtos Básicos. Os prognósticos ambientais são totalmente automatizados e estão organizados em Produtos Intermediários (estudos de riscos geoambientais e de potenciais de uso de recursos naturais) e os Produtos Finais (aptidão de uso, áreas degradadas, áreas de conflito de uso e qualidade geoambiental).

## MODELAGEM DO SIIGAL

De acordo com BATTY and XIE (1994), a modelagem de processos em um SGI prevê a construção de modelos matemáticos que descrevam operações que envolvem a representação dos dados armazenados, incluindo simulações de fenômenos naturais. A modelagem de processos e a simulação numérica variam de acordo com o domínio da aplicação, extensão e escala do fenômeno observado.

Para sistemas ambientais, a modelagem requer categorizar os componentes e as características funcionais e dinâmicas dos sistemas que suportam a existência dos seres vivos. Assim, cada uma das partes de um sistema ambiental deve ser definida pela sua forma, composição e processos geradores/alteradores (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

A modelagem de um fenômeno ambiental é, portanto, um processo complexo de indução e dedução. Para tanto, devem ser simuladas situações ambientais que trazem consigo as noções de tempo e espaço, considerando ainda uma característica fundamental de todo fenômeno, que é a convergência dos fatores responsáveis pela sua ocorrência (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Neste sentido, a concepção do SIIGAL utiliza um modelo conceitual de gerenciamento integrado da zona costeira, conhecido como modelo P-M-I-R (Figura 2). Esse modelo considera a inter-relação entre quatro processos intrínsecos na evolução de um geossistema: pressões (P) naturais e antrópicas; mudanças (M) no estado do ambiente, condicionadas por essas pressões; impactos (I) derivados das mudanças ambientais; e respostas (R) ambientais relacionadas a esses impactos, além de respostas políticas necessárias à recuperação dos ambientes e à manutenção do desenvolvimento sustentável (SOUZA, 2003/2004). No SIIGAL foram identificadas as pressões exercidas sobre o meio físico do sistema costeiro, das modificações impostas a ele por essas pressões, e dos impactos e respostas ambientais decorrentes dessas modificações. Os diagnósticos e prognósticos elaborados constituem, assim, a base para as tomadas de decisão e as ações integradas de políticas públicas em níveis regional e local.

Para o tratamento de situações ambientais através de um SGI é necessário conjugar, em uma estrutura de análise de dados, todo um conjunto de variáveis convergentes (do conjunto total de dados ambientais), que pode ser responsabilizado pela ocorrência de uma situação ou um fenômeno ambiental. O geoprocessamento permite ordenar e tornar operacional a estruturação hierarquizada dos sistemas ambientais, através de combinações de operadores ou mecanismos de inferência, que levam em consideração as estruturas lógicas de análise e integração de dados. Dentro dessa perspectiva, pode-se dizer que existem várias estruturas lógicas, isto é, de ordenação dos raciocínios, para a busca de

explicações ou o levantamento de relações relevantes quanto ao entendimento de situações ambientais. As principais estruturas lógicas são: lógica booleana, perspectiva bayesiana, média ponderada e lógica nebulosa (fuzzy).

Na lógica booleana é possível executar operações mistas de conjugação entre inúmeros mapas a partir de operadores booleanos. Estes são regras algébricas baseadas nos atributos de pertinência espacial das entidades representadas na base de dados, e são conhecidos pelas expressões em inglês “and”, “not", “or” e “xor“. Estas regras definem condições ocorrentes ou não ocorrentes, ditas verdadeiras ou falsas, sim ou não, representáveis em uma estrutura binária 1 e 0.

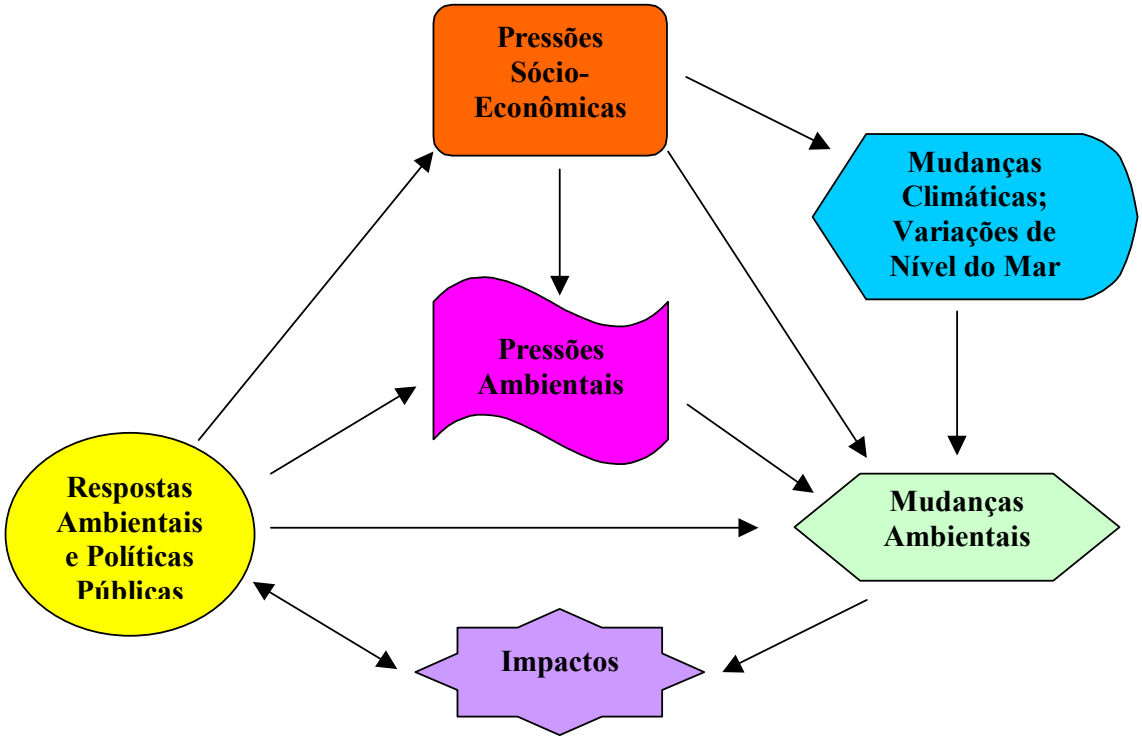


Figura 2. Modelo P-M-I-R (modificado de Souza & Suguio, 2003).

A perspectiva bayesiana é baseada no conteúdo lógico das razões (frações ou porcentagens) representativas da ocorrência de entidades ou eventos. Estas razões são as probabilidades de ocorrência dos fenômenos em estudo e são apresentadas segundo uma estrutura de proporcionalidade, a qual pode ser entendida como a essência da abordagem bayesiana aplicada a situações binárias (ausência ou presença das variáveis).

A utilização da média ponderada para a obtenção de estimativas de possibilidades de ocorrência de entidades e eventos ambientais é, por vezes, considerada uma abordagem excessivamente simples, em geral por pesquisadores que usam estimativas baseadas em conceitos de aparente maior complexidade, como as abordagens bayesiana e das lógicas booleana e nebulosa. A média ponderada pode ser postulada como representativa da possibilidade de ocorrência de um evento ou entidade ambiental que seja causado, em princípio, pela atuação convergente dos parâmetros ambientais nela considerados.

A lógica nebulosa admite estágios intermediários entre as condições de negação e afirmação de uma associação entre termos de um enunciado, ou seja, admite faixas variáveis de pertinência a uma condição de interesse. A utilização de polígonos “*buffer*” é baseada nessa líogica.

Como visto, a modelagem de um fenômeno ambiental pode requerer sucessões de combinações de atributos espaciais. Estas podem ser estruturadas sob a forma de trajetórias com bifurcações, denominadas árvores binárias, representando o caminho lógico

de organização de um raciocínio relativo a uma determinada ocorrência de uma entidade, evento ou fenômeno ambiental. Então, as árvores binárias são usadas para representar as sucessivas exclusões (ou inclusões) de características ambientais que podem explicar ou estimar possibilidades de ocorrência. Por isso são, em geral, implementadas através de algoritmos ou funções do tipo "*if*".

Sistemas que executam e operam tais estruturas de raciocínio e decisão são denominados *expert systems* ou sistemas especialistas, por serem estruturados a partir de conhecimentos específicos sobre a natureza, comportamento e relações das entidades envolvidas, e poderem incorporar diversos tipos de estruturas lógicas (CHRISTOFOLETTI, 1999; XAVIER-DA-SILVA, 2001). Esses sistemas procuram definir possibilidades de ocorrência de um evento, fenômeno ou entidade ambiental, com base no conhecimento existente sobre as relações entre os componentes da situação analisada, adotando regras lógicas de inferência baseadas nesse conhecimento, de forma a simular a inteligência humana. Essas regras geram paulatinas decisões de aceitação e permitem aproximações sucessivamente refinadas das possibilidades de ocorrência almejadas. Assim, os sistemas especialistas constituem programas computacionais que utilizam a heurística, mais do que algoritmos, para resolver problemas complexos em vários setores de aplicação. São diferentes dos programas convencionais, principalmente devido à incorporação de conceitos e técnicas do amplo campo da inteligência artificial.

As modelagens efetuadas para o desenvolvimento dos Produtos Intermediários e Finais do SIIGAL utilizaram esses procedimentos, fazendo dele um sistema especialista.

Dentre os vários modelos metodológicos de análise ambiental em SGIs utilizados no Brasil, descritos em ROCHA (2002), aquele que mais se assemelha ao desenvolvido para o SIIGAL é o de XAVIER-DA-SILVA (1999 *apud* XAVIER-DA-SILVA, 2001). Nesse modelo a estrutura básica do sistema é dividida em dois tipos de procedimentos: diagnósticos (inventários) e prognósticos (prospecções ambientais).

## UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS

A integração de dados ambientais pode ocorrer através dos procedimentos sintético e analítico (BOTELHO, 1999).

No procedimento sintético, as informações são conjugadas ao mesmo tempo em que são definidas as células cartográficas básicas, ou seja, células ou unidades de planejamento que buscam sintetizar as informações levantadas durante a etapa de diagnóstico ou inventário ambiental, e sobre as quais serão efetuados os prognósticos ambientais. DENT & YOUNG (1981) e COOK and DOORNKAMP (1990) obtiveram essas unidades de planejamento através da identificação de ambientes e sub-ambientes pelo método de *land-systems*, a partir da interpretação de imagens orbitais e fotografias aéreas.

No procedimento analítico as informações são previamente levantadas e depois conjugadas, levando-se em consideração determinados parâmetros ambientais selecionados, originando assim um mapa cujas células cartográficas básicas compreendem áreas o mais homogêneas possível. Tal procedimento é feito a partir de interpretação de produtos de sensores remotos e levantamentos prévios de campo. CAPOBIANCO and OTTER (1996, *apud* CAPOBIANCO *et al.*, 1999) denominaram essas células de unidades fisiográficas. Essas unidades acomodam simultaneamente as forçantes naturais e as características antrópicas que interferem nessas forçantes e permitem flexibilidade para incorporar novas informações e atualizações de informações futuras. Neste sentido, se ajustam aos conceitos de geossistema. Segundo esses autores, cada célula ou unidade fisiográfica é caracterizada por: identidade, estado e comportamento (atributos; operações; associação; generalização).

De uma forma ou de outra, a utilização de células autômatas parece ser a solução conceitual mais adequada para a modelagem e a descrição de um fenômeno ambiental, em

especial em modelagens ambientais envolvendo análises multivariadas de diversos tipos de atributos em SGIs especialistas e de tomada de decisões, como necessita o gerenciamento integrado da zona costeira. Ela facilita operações mais complexas de classificações, cruzamentos de dados etc. e permite consultas e a visualização de inúmeros atributos integrados (descritores dos meios físico, biótico e antrópico). Além disso, facilita atualizações futuras no sistema.

XAVIER-DA-SILVA (2001) denominou essas células de "unidade territorial de integração de dados", definindo-as como uma região homogênea caracterizada por um conjunto específico de características ambientais dominantes, que apresentam um caráter de integração funcional, mas que admitem uma variabilidade interna segundo uma amplitude aceitável.

No SIIGAL, a integração dos Produtos Básicos relativos aos meios físico, biótico e antrópico (mapas de: Compartimentação Fisiográfica, Uso e Ocupação do Solo e Vegetação Nativa e Estados de Alteração), foi feita através do procedimento analítico, que permitiu classificações rápidas para a obtenção dos Produtos Intermediários e Finais. Cada célula autômata constitui uma "unidade de gerenciamento de informações geoambientais". Estas foram assim denominadas, pois integram as principais características ambientais funcionais de um determinado espaço geográfico, num certo intervalo de tempo, aproximando-se, portanto, do conceito de geossistema. Elas podem ser facilmente utilizadas para o planejamento territorial e a gestão ambiental (monitoramentos, fiscalização etc.) e são fundamentais às tomadas de decisão.

Uma abordagem conceitual semelhante à de COOK and DOORNKAMP (1990) e, portanto, com procedimento sintético, foi readequada para a elaboração do Mapa de Compartimentação Fisiográfica, cujas unidades integram simultaneamente informações geológicas e geomorfológicas. Para o mapeamento dos compartimentos fisiográficos quaternários, de planície costeira e baixa-média encosta, foi empregado o método utilizado em SOUZA (1990), enquanto que para as unidades do embasamento ígneo-metamórfico foi empregado o método de VEDOVELLO (2000).

A avaliação das unidades de gerenciamento de informações, para modelagens de fenômenos ambientais, pode ser feita através de análises: direta ou indireta, qualitativa ou quantitativa, atual ou potencial (PORTA CASANELLAS *et al*., 1994, *apud* BOTELHO, 1999). Na análise direta, os resultados de determinada avaliação são comprovados através de dados e ensaios, enquanto na indireta (geralmente o mais utilizado), são consideradas as viabilidades de ocorrência em função das características dos ambientes. Os dados podem ser qualitativos ou quantitativos, e as análises podem se referir a situações atuais ou a projeções futuras (simulações) ou incertas (potencial). As avaliações podem ainda estar apoiadas no estudo das capacidades e potencialidades de uso e ocupação dos territórios, ou nos impactos ambientais causados por esses usos (BOIX, 1996, *apud* BOTELHO, 1999).

No SIIGAL, as avaliações das unidades de gerenciamento utilizaram todos os tipos descritos, dependendo do tipo de produto temático desenvolvido, podendo ser até utilizados métodos mistos.

## GERENCIAMENTO DE BANCOS DE DADOS

Em um SGI, os bancos de dados podem ser: geográficos (base de dados geocodificados que compreendem os dados cartografados ou vetoriais); e convencionais (dados alfanuméricos associados aos dados vetoriais).

Considerando que uma base de dados é uma coleção de arquivos interrelacionáveis, e que a finalidade principal de um SGI é transformar dados em informação, pode-se afirmar que o cerne da sua estrutura consiste de programas aplicativos que, relacionando e modificando os registros de ocorrência da base de dados, tornam disponíveis conhecimentos oriundos das transformações que executam sobre esses mesmos dados (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Por outro lado, o tamanho e a complexidade de certas bases de dados, juntamente com a utilização simultânea por vários usuários, requer a utilização de sistemas de gerenciamento de bancos de dados. Estes podem ser entendidos como um grupo de programas usado como uma interface entre o banco de dados e os programas aplicativos, ou entre um banco de dados e o usuário.

Para o SIIGAL, considerando o volume de informações, a complexidade dos algorítimos, os procedimentos modelados para a execução dos produtos diagnósticos, as técnicas e os critérios de associação, de interrelacionamento e de migração de dados e informações, optou-se pela adquisição e adaptação dos seguintes *softwares* e ferramentas: *Borland Delphi 7 Professional* (linguagem de programação), ESRI *MapObjects 2.2* (gerenciador de informações e detentor de funções de programação) e *Microsoft SQL Server 2000* (banco de dados alfanumérico). A escolha desses recursos se deve à possibilidade de customização e de implementação de ferramentas específicas, além da criação de funções de interesse para o estudo realizado, de forma independente e inexistente nos *softwares* disponíveis no mercado. Além disso, o ferramental adotado oferece condições para o desenvolvimento de rotinas com recursos a serem aplicados integralmente em metodologias já consolidadas ou em desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

BATTY, M.; XIE, Y. 1994. Modeling inside GIS: part I. Model structures, exploratory spatial data analysis and aggregation. International Journal of Geographical Information Systems, 8 (3): 291-308.

BERTRAND, G. 1972. Écologie d'un espace géographique: les géosystèmes du Valle de Prioro. Espace Géographique, 2, p. 113-128.

BOTELHO, R.G.M. 1999. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: A.J.T.Guerra *et a*l. (org.). Erosão e Conservação dos Solos. Conceitos, Temas e Aplicações. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. p.269-300.

CAPOBIANCO, M.; DE VIENDRE, H.J.; NICHOLLS, R.J.; STIVE, M.J.F. 1999. Coastal area impact and vulnerability assessment: the point of view of a morphodynamic modeler. Journal of Coastal Research, 15 (3): 701-716.

COOK, R.U.; DOORNKAMP, J.C. Geomorphology in Environmental Management: a New Introduction. 2nd Edition. Oxford University Press, Ney York. 410p.

CHRISTOFOLETTI, A. 1999. Modelagem de Sistemas Ambientais. 1ª Edição. Editora E. Blücher Ltda. 236p.

DENT, D.; YOUNG, A. 1981. The Land Systems Approach. In: George Allen & Unwin. Soil Survey and Land Evaluation, London. p. 104-114.

ROCHA, C.H.B. 2002. Geoprocessamento. Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora (MG): Edição do Autor, 2ª edição, 220p.

SOUZA, C.R. de G. 1990. Considerações sobre os Processos Sedimentares Quaternários e Atuais na Região de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 314p.

SOUZA C.R. de G. 2003/2004. Projeto SIIGAL: O SIGERCO para o Estado de São Paulo. Gerenciamento Costeiro Integrado, 3, ano 2, p. 35-37.

VEDOVELLO, R. 2000. Zoneamentos Geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBCs. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, IGCE/UNESP, Rio Claro, São Paulo. 154p.

XAVIER-DA-SILVA, J. 2001. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 228p.